

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ

Аннотация

Разработанная интеллектуальная система сортовой прокатки имеет клиент – серверную архитектуру, предназначена для графического по-проходного анализа калибровки валков и включает в состав интеллектуальную подсистему предварительного анализа геометрических размеров калибров и поиска ошибок калибровщика.

Исходными данными в системе являются: технические характеристики клетей стана, режим обжата (непосредственно калибровка валков), общие параметры технологии производства заданного профиля и данные о сопротивлении деформации, применяемых марок стали. При интеллектуальном анализе используются производственные правила, хранимые в компилируемой базе знаний и простейшая машина вывода. В системе предусмотрена выдача готовых результатов с использованием отчетов.

Ключевые слова: интеллектуальная система, сортовая прокатка, клиент – серверная архитектура, калибровка валков, проход, сортовой профиль, производственное правило, сопротивление деформации, режим обжата, компилируемая база знаний, машина вывода.

Abstract

The proposed intellectual system of gradual rolling have client - server architecture is designed for graphical on-pass analysis of roll design and includes the intellectual subsystem of preliminary analysis of geometrical pass sizes and detection of roll pass design errors.

The input data in the system is: technical parameters of mill stands, reduction rolling parameters, general technology section parameters and deformation resistance parameters of used steel. System uses production rules stored in the compiled knowledge base with the simplest conclusion engine. The system provides finished result reports.

Keywords: intellectual system, section rolling, the client – server architecture, roll pass design, hot-rolled section, product rule, deformation resistance, reduction rolling parameters, the compiled knowledge base, the conclusion engine.

Сортовая прокатка – это согласованная работа комплекса машин и механизмов, предназначенных для пластической деформации обрабатываемого металла между вращающимися валками и отделки готового проката (рис. 1) [1].

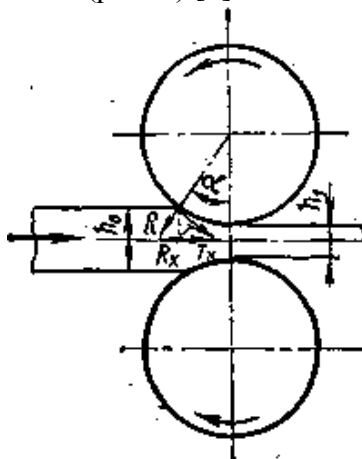


Рис. 1. Прокатка

Сортовые профили получают прокаткой в валках, имеющих на рабочей поверхности кольцевые врезы или выступы, которые условно принято называть ручьями. Профиль смежных ручьёв, принадлежащих двум или нескольким валкам, называют калибром (рис. 2) [2; 3].

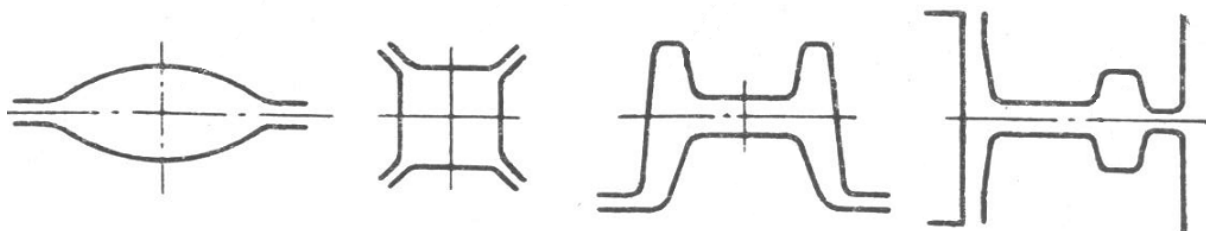


Рис. 2. Виды калибров

Калибровкой валков называют последовательность калибров, расположенных на валках прокатного стана и обеспечивающих получение профиля заданных размеров (рис. 3) [4–6].

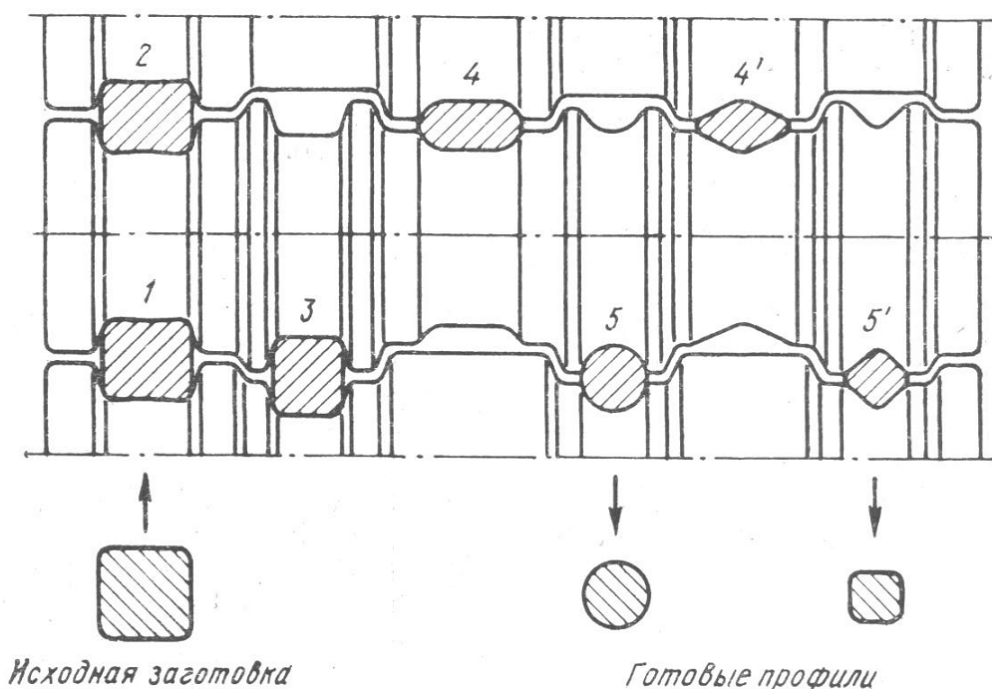


Рис. 3. Калибровка трёхвалковой рабочей клетки

В понятие калибровки включают также определение формы и размеров калибров и размещение их на валках прокатного стана (т.е. процесс проектирования калибровки валков).

Главной задачей калибровки является получение профиля заданных размеров, высокой точности, хорошего качества и требуемых физико-механических свойств.

При проектировании калибровки валков используют системный подход, который в себя включает [4–6]:

- распределение коэффициентов вытяжки. Выбор систем калибров;
- расчёт формоизменения металла;
- расчёт температурного режима прокатки;
- расчёт энергосиловых параметров;
- размещение калибров на валках.

На кафедре ОМД УГТУ–УПИ для расчета технологических и энергосиловых параметров при прокатке простых сортовых профилей общего назначения разработали математическую модель [7; 8].

На базе математической модели на кафедре ОМД была разработана САПР «Сортовая прокатка». С применением элементов искусственного интеллекта также на кафедре ОМД была создана экспертная система сортовой прокатки.

Совместно с нашей кафедрой (ТИМ) был произведен рефакторинг экспертной системы и получена 2 версия.

Но проблема предварительной диагностики геометрических размеров не была решена. Эта причина, а также необходимость использования современного ПО привела к созданию интеллектуальной системы, которая учитывает весь опыт и позволяет использовать новые интеллектуальные подсистемы.

Разработанная мной система решает 2 основные задачи:

- графическое отображение прохода калибровки (калибр - подкат);
- интеллектуальный анализ геометрических размеров калибров на правильность.

Система включает в себя формы выбора «Завод», «Стан», «Профиль» (рис. 4), что позволяет правильно определить нужный аналог калибровки валков, при этом перед пользователем на экране появляется форма на которой указываются выбранные параметры, а также 3 вкладки: «Параметры стана», «Калибровка валков», «Начальные данные». Вкладки техническая характеристика станов и начальные параметры нужны для дальнейшего развития системы, а также подготовки комплекта документации калибровщика. Основной частью разработки калибровки валков является вкладка «Калибровка валков». На этой вкладке отображается анализируемая калибровка валков или аналог нужной для разработки новой технологии.

All_part_stan_ID	Profile_ID	N	DB	DSH	MU	FROD	LKL
32	3	1	450	280	1	0.005	1
33	3	2	450	280	1	0.005	1
34	3	3	410	240	1	0.005	1
35	3	4	410	240	1	0.005	1
36	3	6	410	240	1	0.005	1

Рис. 4. Форма "Исходные данные"

Режим обжатия характеризуется последовательностью проходов в каждом из которых выбрана схема прокатки (табл. 1) и геометрические размеры H_1 – высота калибра, S – зазор, $B_{вр}$ – ширина калибра по врезу, B_d – ширина дна калибра, \square – величина отклонения центра дна от поверхности, R – радиус скругления (ребрового) овала калибра. Каждый проход характеризуется набором параметров, зависящих от схемы прокатки:

Таблица 3

Геометрические размеры калибров простой формы

№	Наименование системы	Графическое изображение	Параметры отображения
1	«Шестиугольный»		$H_1, S, B_{вр}, B_d$
2	«Ребровой»		$H_1, S, B_{вр}, B_d$
3	«Ящичный»		$H_1, S, B_{вр}, B_d, \square$
4	«Шестигранный»		$H_1, S, B_{вр},$
5	«Круглый»		$H_1, S, B_{вр}$
6	«Ромбический»		$H_1, S, B_{вр}$
7	«Квадратный»		$H_1, S, B_{вр}$
8	«Овальный»		$H_1, S, B_{вр}, R$
9	«Плоский овал»		$H_1, S, B_{вр}, R$
10	«Ребровой овал»		$H_1, S, B_{вр}, R$
11	«Гладкая бочка»		H_1

Все эти геометрические размеры, представленные в таблице, сведены в единую таблицу параметров. Она отображается на закладке «Калибровка валков» на форме «Исходные данные» (рис. 5).

Calbre_ID	Profile_ID	N	SKEMAB	SKEMAE	H0	B0	H1
1	1	1	1	8	81.10	81.10	70.50
2	1	2	1	8	70.50	83.60	51.20
3	1	3	8	8	90.30	51.20	59.50
4	1	4	1	4	59.50	59.50	40.50
5	1	5	5	3	75.00	40.50	54.40
6	1	6	1	4	42.20	42.20	26.70

Рис. 5. Калибровка валков

Для опытного калибровщика очень большое значение имеет графическое отображение калибра и подката. Для этого создана форма (рис. 6), с возможностью редактирования в ней геометрических размеров, отображаемого прохода.

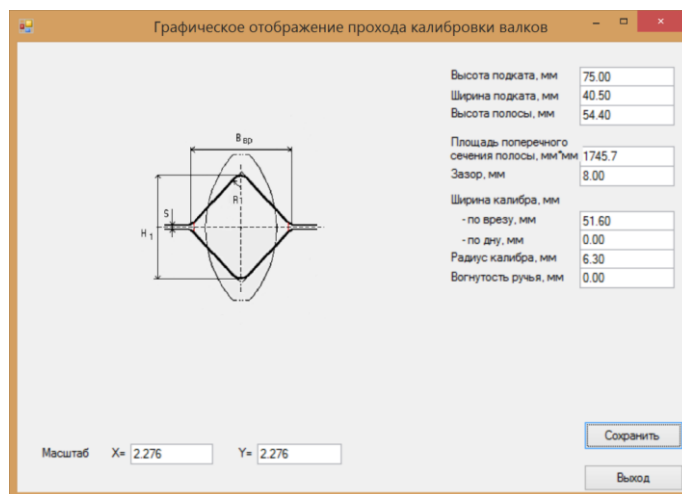


Рис. 6. Графическое отображение

Для начинающих калибровщиков предусмотрена интеллектуальная компонента (рис. 7), которая на естественном языке объясняет ошибки калибровщика.

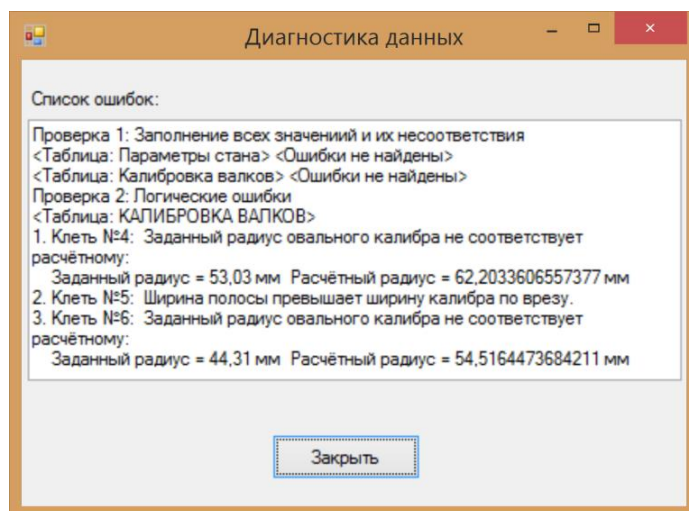


Рис. 7. Диагностика данных

Также система позволяет формировать комплект документации по калибровке валков для передачи в производство.

Заключение

Разработана интеллектуальная система, позволяющая делать поиск существующих, создание новых и редактирование параметров калибровок валков. Она включает в себя графические и интеллектуальные компоненты, что позволяет применять ее как самостоятельную систему для дополнительного анализа как опытными калибровщиками, так и в качестве обучающей системы начинающими.

Список использованных источников

1. Грудев А.П. Технология прокатного производства. М.: Металлургия, 1994. – 656 с.
2. Сортвые профили проката / В.В.Лемпицкий, И.П.Шулаев, И.С.Тришевский и др. М.: Металлургия, 1981. – 624 с.

3. Прокатное производство. / П.И.Полухин, Н.М.Федосов, А.А.Королев, Ю.М.Матвеев. – М.: Металлургия, 1982. – 696 с.
4. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки. М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
5. Бахтинов Б.П., Штернов М.М. Калибровка прокатных валков. – М.: Металлургиздат, 1953. – 783 с.
6. Чекмарев А.П., Мутьев М.С., Машковцев Р.А. Калибровка прокатных валков. – М.: Металлургия, 1971. – 512 с.
7. Смирнов В.К., Шилов В.А., Литвинов К.И. Деформация и усилия в калибрах простой формы. – М.: Металлургия, 1982. – 144 с.
8. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В. Калибровка прокатных валков. – М.: Металлургия, 1987. – 368 с.
9. Применение экспертных систем в обработке металла давлением / В.А.Шилов, С.П.Куделин, Ю.В.Инатович, А.Р.Бондин, В.Д.Челнокова. Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности: сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию основания кафедры ТИМ, УрФУ и 85-летию основания ОАО «ВНИИМТ» (Екатеринбург, 17–18 сентября 2015 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2015. С. 222–229.
10. Разработка экспертной системы технологии сортовой прокатки / С.П. Куделин, Ю.В. Инатович, В.Д. Челнокова. Труды научно-практической конференции с международным участием и элементами школы молодых ученых «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР» (НИОКР–2015). Екатеринбург: Уральский рабочий. 2015. С. 481–488.

УДК 669.013

А. А. Чусовитина, К. А. Щипанов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПЛАНОВОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация

Данный доклад посвящен разработке программного обеспечения для расчета плановой себестоимости продукции производственного предприятия. Основными функциями программного обеспечения являются: ведение справочников оргструктуры предприятия, материалов, статей затрат и т.д.; планирование затрат и объемов производимой продукции; калькуляция плановой себестоимости отдельных видов продукции; подготовка отчетности; настройка и изменение отчетов. Основными формы приложения являются «Главная форма», «Справочники», «Планирование», «Расчет себестоимости».

Разработанное программное обеспечение позволит существенно сократить время на расчет плановой себестоимости продукции.

Ключевые слова: программное обеспечение, себестоимость, планирование.

Abstract

This report was devoted to development of the software for calculation of the planned cost of production of enterprise. The main functions of the software were: maintenance manuals enterprise organizational structure, materials, cost items, etc.; planning costs and the volume of production; planned cost calculation of certain products; preparation of reports; Configuration and change reports. The main form of the application are the "Main form", "References", "Planning", "Cost calculation".